

at night. According to the problem statement to supply the telecommunication equipment it is required not less than 80 W. Solar panels provide the excess of the threshold of 80 W from 07:00 to 23:00. Batteries charge during this time is enough to provide power communications equipment with power from 23:00 to 7:00 at night.

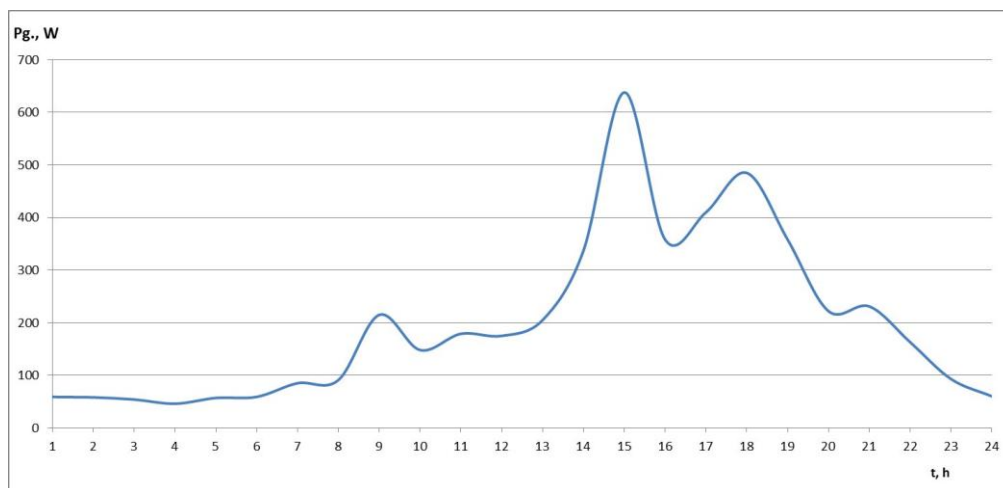


Fig. 1. The dependence of power generation by solar panels on the time of day.

1. Alferov G.I., Andreev V.M., Rumyantsev V.D. Trends and prospects for the development of solar photovoltaic energetics [electronic resource] - Access mode: <http://journals.ioffe.ru/ftp/2004/08/p937-948.pdf>. Checked 18.03.2016

НАНОВЕСЫ НА ОСНОВЕ ЁМКОСТНОГО ДАТЧИКА С НАНОТРУБКОЙ

Гусаревич Е.С.*

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,
г. Архангельск, Россия

*E-mail: gusarevich@gmail.com

NANOBALANCE ON THE BASIS OF THE CAPACITIVE SENSOR WITH A NANOTUBE

Gusarevich E.S.*

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

Nanobalance on the basis of the capacitive sensor with a doubly clamped suspended carbon nanotube is considered. The expressions for the calculation of the frequency dependence of the output current and the mass of the weighed object are obtained.

С развитием нанотехнологий постоянно увеличивается интерес исследователей к устройствам на основе наноэлектромеханических систем (НЭМС). Одной из разновидностей НЭМС являются нановесы – это устройства, предназна-

ченные для измерения сверхмалых масс. В последнее время достигнуты значительные успехи в этом направлении [1-4] – так, точность определения массы достигла значения $\sim 1 \text{ иг} = 10^{-24}$ грамма [4].

В основе работы нановесов лежит простой физический феномен. Рассмотрим механический резонатор с жёсткостью k и массой m_{ef} . Известно, что частота его колебаний равна $\omega = \sqrt{k/m_{ef}}$. Изменение массы резонатора на величину δm приводит к изменению его частоты на $\delta\omega = -\omega\delta m/(2m_{ef})$. Следовательно, $\delta m = -2m_{ef}\delta\omega/\omega$. Таким образом, измерив изменение частоты колебаний резонатора, можно определить изменение его массы. Причём точность измерения массы растёт с ростом ω , а, значит, с уменьшением размеров резонатора. Поэтому, используя наноразмерные резонаторы – графеновые ленты, нанотрубки или кантилеверы нанометровых размеров, можно добиться большой точности в определении массы.

В данной работе рассмотрен вариант нановесов с резонатором в виде нанотрубки (см. рис. 1). При подаче на нанотрубку переменного напряжения δV она начинает колебаться, что приводит к изменению ёмкости резонатора и тока во вторичной цепи. Измеряя зависимость амплитуды тока от частоты напряжения δV можно в режиме резонанса определить собственную частоту ω ненагруженной нанотрубки, а затем частоту колебаний ω' нанотрубки с частицей, массу которой нужно определить. Анализируя уравнения колебаний нанотрубки, мы получили формулы, позволяющие определить массу частицы. В частности, для случая её закрепления посередине нанотрубки:

$$\delta m = -0,793m \frac{\delta\omega}{\omega}, \quad (1)$$

где m – масса нанотрубки ($\delta m \ll m$), $\delta\omega = \omega' - \omega$.

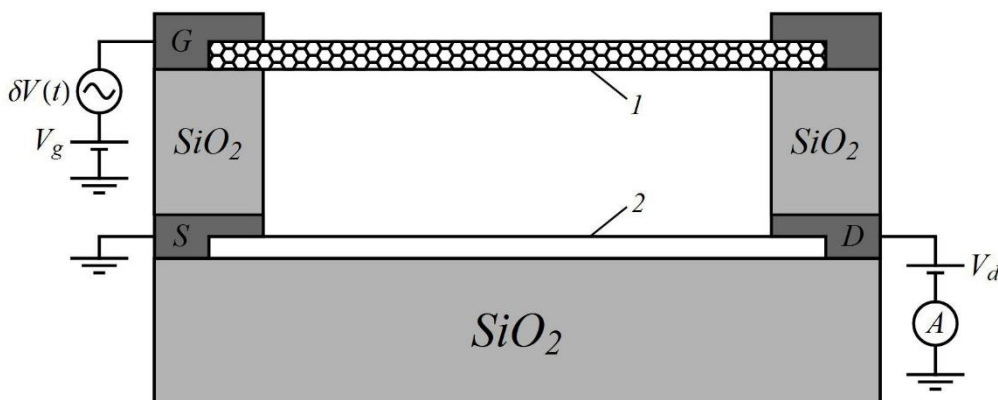


Рис. 1. Схема нановесов. Обозначения: 1 – нанотрубка, 2 – графеновый лист.

Работа выполнена в рамках КГЗ Министерства образования и науки РФ (№ 3.1726.2014/К).

1. Lassagne B., Garcia-Sanchez D., Aguasca A., Bachtold A., Nano Lett., 8, 3735 (2008).
2. Chiu H.-Y., Hung P., Postma H.W.Ch., Bockrath M., Nano Lett., 8, 4342 (2008).
3. Jensen K., Kim K., Zettl A., Nature Nanotechnology, 3, 533 (2008).
4. Chaste J., Eichler A., Moser J., Ceballos G. et al., Nature Nanotechnology, 7, 301 (2012).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РЕШЕТКИ КРИСТАЛЛА TiPO_4

Праведников А.В.^{*}, Прищенко Д.А., Мазуренко В.Г.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н.Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: Exigo3756@yandex.ru

MODELING THE DYNAMICS OF THE CRYSTAL LATTICE TiPO_4

Pravednicov A.V.^{*}, Prishchenko D.A., Mazurenko V.G.

Ural Federal University named after the first Russian President Boris Yeltsin,

Yekaterinburg, Russia

In this work we performed analysis of the lattice dynamics of TiPO_4 . Electronic ground state and interatomic forces was calculated using VASP package. As a first step, we calculated electronic density of states, which showed that this material is a semiconductor. To check for the structure stability and to obtain phonon spectrum we used frozen phonon method.

Соединение TiPO_4 представляет интерес с точки зрения магнитной структуры (неколлинеарное основное состояние) и фазового структурного перехода (димеризация цепочек атомов титана). В данной работе было проведено моделирование динамики решетки кристалла TiPO_4 методом замороженных фононов. Расчет основного электронного состояния и межатомных сил производили при помощи программного пакета VASP в соответствии с теорией функционала электронной плотности в рамках обобщенного градиентного приближения с использованием псевдопотенциалов. Фононные спектры рассчитывали с использованием программного пакета Phonopy. Для правильного описания низкочастотной области спектра смещения атомов произведены для $2 \times 2 \times 2$ суперячейки.

На первом этапе работы была рассчитана плотность электронных состояний (рис.1), из анализа которой видно, что материал обладает полупроводниковым характером проводимости с шириной запрещенной зоны равной 2.38 эВ.

Методом замороженных фононов проверили стабильность соединения. Получили фононный спектр без мягких мод и частичное совпадение частот, в пределах погрешности измерений и погрешности численного расчета, с экспериментом. Из этого можно сделать вывод, что природа структурного перехода не